

Der letzte Countdown

Nach 30 Jahren und 135 Flügen ging im Juli 2011 die Ära der wiederverwendbaren Raumfähren zu Ende. An den NASA-Standorten im Süden der USA herrscht nun eine eher düstere Atmosphäre, da nun ein Großteil der am Spaceshuttle-Programm beteiligten Mitarbeiter entlassen wird. Hier ein Stimmungsbild.

Von Eugen Reichl

Commander Chris Ferguson und seine Crew donnern in der Raumfähre Atlantis in den Himmel über Florida, und die Dinge laufen schlecht. Sehr schlecht sogar: In der Kabine hat sich ein Leck gebildet und die Luft entweicht, eines der redundanten Stromnetze hat sich verabschiedet, in einem der drei Triebwerke lässt sich der Schub nicht mehr regeln, und ein weiterer Motor ist eben ausgefallen. Der Kühlkreislauf hat seinen Geist aufgegeben und im rechten Triebwerk, das eben noch als einziges einwandfrei funktionierte, kommt es nun zu einem Heliumleck. Der Brennkammerdruck ist labil. Chris Ferguson und sein Pilot

zu weit weg, um umzukehren und wieder in Florida zu landen. Ferguson muss eine schnelle Entscheidung treffen, und sie fällt zugunsten eines *Abort once-around*. Wenn jetzt kein weiterer Defekt mehr auftritt, dann reicht die Energie für 90 Prozent einer einzelnen Erdumkreisung und einer anschließenden Landung in Kalifornien, gut 100 Minuten nach dem Start. Die Atmosphäre im Missionskontrollraum in Houston ist angespannt, aber dennoch ruhig. Der Kurs des Shuttles ist dort auf einem Bildschirm mit roten Punkten markiert. Den Astronauten verbleiben nur noch Sekunden, um ihre Flugbahn anzupassen. Wenn sie jetzt einen Fehler machen, sind sie verloren...

Nach mehr als 20 Jahren Arbeit werden fast alle am Shuttle-Programm beteiligten Mitarbeiter gehen müssen.

Doug Hurley führen einen verbissenen Kampf gegen die sich anbahnende Katastrophe. Eines ist klar: Sie müssen die Mission abbrechen. Doch werden sie überleben?

Die Atlantis bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 16000 Kilometern pro Stunde in einer Höhe von 100 Kilometern und 300 Kilometer nordöstlich des Kennedy Space Centre. Das ist zu schnell, zu hoch und

Nein, Sie brauchen sich keine Sorgen zu machen. Wir beschreiben hier keine reale Mission. Vielmehr war es das letzte *Full Dress Rehearsal* für den definitiv allerletzten Start eines Spaceshuttle der NASA am 8. Juli, und die Simulatortechniker hatten für die Mannschaft der Mission STS-135 noch einmal das volle Programm an Gefahren in die Übung hineingepackt.

»Leute, ich könnte nicht stolzer auf euch sein. Ihr habt heute wirklich gute Arbeit geleistet«, ruft Flugdirektor Richard Jones zum Abschluss in sein Mikrofon. Damit meint er alle, die hier und heute ein letztes Mal eine Shuttle-Startsimulation durchführen: Die Missionskontrolleure an ihren Konsolen, die Ingenieure in den Hinterzimmern und die Crew der Raumfähre.

Manch einer arbeitet hier schon seit 20 oder mehr Jahren. Fast alle werden sie nun innerhalb der nächsten Wochen ihre Papiere bekommen und gehen müssen. Die NASA braucht keine Spaceshuttle-Trainer mehr, sie braucht keine Missionskontrolleure und keine Leute, welche die ganze Technik der Simulatoren und Überwachungsgeräte in Stand halten. Etwa 2500 Ingenieure, Angestellte und Arbeiter haben in den letzten Wochen vor dem Start das Johnson Space Center in Houston im US-Bundesstaat Texas verlassen. Weitere 2000 werden nun gehen, nachdem Atlantis von ihrer Mission zurückgekehrt ist. Zehntausend haben an den anderen NASA-Standorten ihre Marschbefehle erhalten, vor allem am Cape Canaveral in Florida, von wo die Shuttles starteten. Seit Anfang der 1980er Jahre stand für jede Crew, die



Im Jahr 1985 wurden auf der Vandenberg Air Force Base im US-Bundesstaat Kalifornien Startanlagen für die Raumfähren an der Westküste getestet. Nach der Challenger-Katastrophe im Januar 1986 wurde von diesen Plänen Abstand genommen.

das Training beendet hatte, schon die nächste Mannschaft in der Warteschlange. Doch mit der Crew von STS-135 endete diese lange Reihe jetzt nach drei Jahrzehnten.

Die Raumfähren waren ihr Leben, und die NASA würde gerne nach der letzten Mission eine Feier für das »Lebenswerk« des Spaceshuttle durchführen. Dazu zählen, neben vielen anderen Leistungen, die Errichtung der Internationalen Raumstation, des teuersten Bauwerks aller Zeiten, die Starts der Weltraumteleskope Chandra, Compton und Hubble und die Starts der Raumsonden Galileo, Ulysses und Magellan.

Kein Grund zum Feiern

Aber den Veteranen steht nicht der Sinn nach Feiern. Der ehemalige NASA-Manager George Mueller, der »Vater des Spaceshuttle«, der den Politikern nach dem Apollo-Programm einst die Raumfähre schmackhaft machte, ist mit seinen 92 Jahren noch gut beieinander und reist viel herum. Aber er brachte es nicht über sich, beim Start der Atlantis zur letzten Mission des Programms mit dabei zu sein. »Trotz meines Alters kann ich mich nicht recht für Beerdigungen begeistern«, meinte er dazu knurrig.

Ein paar feierten dennoch, wie ein paar Tage vor dem Start die Leute vom White Sands Space Harbour in New Mexico. Kaum jemand weiß, dass es in den USA nicht nur zwei, sondern drei Landstellen für die Raumfähre gibt. Das mag daran liegen, dass diese dritte Bahn während all den Spaceshuttle-Missionen nur ein einziges Mal genutzt wurde, und das war zu Beginn des Programms. Damals, am 30. März 1982, beim dritten Raumfährenflug, stand die vorgesehene Bahn der Luftwaffenbasis Edwards in Kalifornien wegen heftigem Regen unter Wasser und an die kniffligen Landungen am Kennedy Space Center wagte man sich seinerzeit noch nicht heran.

Einige NASA-Manager aus Houston und eine Handvoll Astronauten fanden sich immerhin bei einer inoffiziellen Zeremonie am 13. Juni 2011 in White Sands ein. Jeder der Mitarbeiter bekam ein eingerahmtes Zertifikat, ein Polohemd und eine Baseballmütze. Zwischen dem 20. und 22. Juli standen sie noch einmal in Bereitschaft, für den eher unwahrscheinlichen Fall, dass der Shuttle bei ihnen landen würde, was nicht der Fall war. Im August wurde nun die Anlage geschlossen. Die meisten Mitarbeiter haben sich schon nach neuen

Jobs umgesehen. Fast keiner in der Raumfahrt.

Den Rückzug des Spaceshuttles aus dem aktiven Dienst hatte schon Präsident George W. Bush im Jahr 2004 angeordnet. Er bot aber immerhin ein Ersatzprogramm an, die *Vision for Space Exploration*, die den schönen Namen »Constellation« trug und aus vier Säulen bestand: den beiden Trägerraketen Ares 1 und Ares 5, dem bemannten Mondlander Altair und dem bemannten Raumschiff Orion. Letzteres sah zwar eher aus wie eine mit Anabolika hochgepöpelte Apollo-Raumkapsel und nicht wie der elegante Spaceshuttle, aber immerhin hatte Bush große Pläne damit. Orion sollte seine ersten Flüge 2012 oder 2013 machen, zunächst Astronauten zur Raumstation bringen und danach, wie Bush emphatisch sagte, zu »anderen Welten aufbrechen«. Zum Mond, wo ab 2020 eine bemannte Basis entstehen sollte



Die Raumfähre Challenger wird im dichten Nebel am 30. November 1982 zur Startrampe 39A transportiert.

NASA

und dann zum Mars, den man spätestens 2030 erreichen wollte.

Es war eine der ersten Amtshandlungen des neuen Präsidenten Barack Obama, das Projekt in Bausch und Bogen einzustampfen. Zu teuer, zu ambitioniert in ihren Zielen aber technologisch eher »retro« und vor allem: vom Vorgänger.

In der Zwischenzeit rettete die NASA mit Hilfe des Kongresses, der mit Obamas Entscheidung ganz und gar nicht einverstanden war, das Orion-Raumschiff aus der Asche des Constellation-Programms und präsentierte es der Öffentlichkeit unter neuem Namen. Es trägt nun die wenig aufregende Bezeichnung *Multi Purpose Crew Vehicle*, bemanntes Vielzweck-Raumfahrzeug also. Das klingt nicht gerade nach den Weiten des unendlichen Raums.

Die große Lücke

Aber auch unter dem neuen, nüchternen Titel kann Orion die weit klaffende zeitliche Lücke zwischen dem Rückzug der Raumfähren und dem neuen Transportsystem nicht füllen. Es ist eher ein Hinweis für den Zustand, in dem sich die NASA derzeit befindet. Sie entwickelt zwar auf Sparflamme ein bemanntes Raumfahrzeug, hat aber dafür gar keine Trägerrakete zur Verfügung. Auch das hat inzwischen der Kongress erkannt und nun – gegen Obamas Widerstand – auch die Entwicklung eines neuen Großträgers angeordnet. Doch all dieses Gerät ist erst in vielen Jahren einsatzbereit.

Bis dahin, aber auch danach, soll es nach Obamas Willen die Privatindustrie richten. Bis etwa 2015, so hofft man, können wieder US-Astronauten von amerikanischem Grund und Boden zur eigenen Immobilie in den Weltraum starten. So lange aber sind die US-Astronauten, genauso wie Europäer und Japaner, zahlende Gäste bei den Russen.

Im Mai, als die USA den 50. Jahrestag ihres ersten Raumflugs begingen, verfassten Neil Armstrong und Gene Cernan, der erste und der letzte Mensch auf dem Mond, zusammen mit Jim Lovell (der zweimal zum Mond flog, aber dort nie landete) einen offenen Brief an die NASA. Darin erklärten die drei: »Das bemannte Raum-

flugprogramm der NASA ist in einem chaotischen Zustand. Nirgendwo zeichnet sich ein klares Konzept ab.« Und weiter: »Nach einem halben Jahrhundert bedeutender Fortschritte existiert heute kein stimmiger Plan mehr, wie man die in der Vergangenheit erzielte Führungsposition in die Zukunft tragen kann.«

Sie nahmen dabei auch Bezug auf Präsident Kennedys poetische Bezeichnung des Weltraums aus dem Jahre 1961, den er als den »Neuen Ozean« bezeichnete und fügten hinzu: »50 Jahre lang befuhren wir seine Wasser und führten die Welt bei der Erforschung des Weltraums an. Heute ist diese Reise vorbei. Präsident Kennedy wäre bitter enttäuscht.«



Tech. Sgt. Bill Thomson / USAF

Auf engen Wegen wird die nicht flugtaugliche Testraumfähre Enterprise 1985 zur Startrampe auf der Vandenberg Air Force Base geschleppt.



WIEN OPERNGASSE 23.

+43 699 1197 0808

SHOP-WIEN@TELESKOP-AUSTRIA.COM

LINZ GÄRTNERSTR. 16.

+43 676 5457 994

SHOP-LINZ@TELESKOP-AUSTRIA.COM

BERATUNG, SERVICE, VERKAUF.
WIR LIEFERN WELTWEIT!

NEU

GEMINI G53F + PULSAR 2

5290€

1190€

INKL. RADIALARM,
POLARLOCK, POLARSCOPE,
PERSONAL-KOFFER, ALUTRIPOD,
STROMVERSÖRGUNG
(NUR RADIALARM UM 349€)FORMAX 10
SET
789€

FORMAX 150 + MC3 EMULATOR

9790 €
FORMAX 100
6990€

489€

PANOCNT
219€MERLIN
159 €

NEU

MGEN-II
549€unversteht
ASTRO-NEUHEIT
DES JAHRES 2010LACERTA
EQHC
HANDBOX
89€Mit Autoguiding
EingangFÜR EQ3, EQ5, VIXEN-GP,
ASTROS5 UND ANDERE
STEUERUNGEN

WWW.TELESKOP-AUSTRIA.COM



NASA

Hinterlassenschaft einer Katastrophe: Die geborgenen Trümmerteile der Raumfähre Columbia nach ihrem Auseinanderbrechen am 1. Februar 2003.

Ganz vorbei ist die Reise natürlich nicht. Eine Handvoll US-Astronauten wird auch in Zukunft in den Orbit fliegen. Allerdings nur mit Unterstützung der Russen, des einstigen Erzrivalen im Weltraumrennen. Der ist inzwischen im Kapitalismus angekommen und lässt sich die Transporte der US-Astronauten fürstlich bezahlen.

Vor zwei Jahren, als der Spaceshuttle noch regelmäßig flog, lag der Preis für jeden in einer Sojus transportierten Amerikaner bei 20 Millionen Dollar. In diesen Tagen ist er, wer will es den Russen verdanken, auf 63 Millionen Dollar pro Sitz gestiegen. Wohl dem, der ein Monopol hat.

Wir Europäer brauchen darüber nicht zu lächeln. Zerstritten, wie wir sind, haben wir uns nie auf die Entwicklung eines bemannten Raumtransportsystems einigen können, obwohl es gut innerhalb der technologischen Reichweite Europas ist. Der Lohn: Wir zahlen nun dieselben steil steigenden Preise wie die Amerikaner.

Nun werden also nicht mehr 30 oder 35 Amerikaner pro Jahr in den Weltraum fliegen wie bisher, sondern nur noch drei oder vier. Es wird eine lange Lücke geben zwischen dem letzten Flug einer Raumfähre und dem ersten bemannten Flug eines neuen Systems. In US-Raumfahrtkreisen spricht man schauernd von »The Gap«, als sei es der Titel eines Horrorfilms.

So eine Pause gab es allerdings schon einmal. Es war die Zeit zwischen dem 24. Juli 1975, als die letzte Apollo-Kapsel von der gemeinsamen sowjetisch-ameri-

kanischen Apollo-Sojus-Mission ASTP zurückkehrte, und dem 12. April 1981, als die Raumfähre Columbia zu ihrem Erstflug startete. Doch damals hatte man immerhin ein Konzept, wie es weitergehen soll.

Die Crew der Atlantis schloss ihr Training, das letzte des gesamten Shuttle-Programms, ab. Der 49-jährige Kapitän zur See Christopher Ferguson, der 45-jährige Oberst der US-Marines Doug Hurley, die 46-jährige Radarspezialistin Dr. Sandy Magnus und der 48-jährige Luftwaffenoberst Rex Walheim machten sich kurz darauf auf nach Cape Canaveral, um mit der Atlantis die letzte Reise des Spaceshuttle-Programms in den Orbit anzutreten.

Sandy Magnus ließ kürzlich wissen, dass es sie sehr berührt hatte, ihr Leben in die Hand von Menschen zu geben, die unmittelbar nach dem Ende ihres Fluges die Entlassungspapiere bekommen haben. Nach der Landung der Atlantis am 21. Juli, am Schluss ihrer 13-tägigen Mission zur Versorgung der Raumstation, verließ Commander Ferguson die Raumfähre als Letzter.



Eugen Reichl ist Diplom-Betriebswirt und Mitarbeiter eines internationalen Luft- und Raumfahrtkonzerns.

Nebenberuflich schreibt er für Internetportale, Zeitschriften und ist Autor mehrerer Bücher zum Thema Raumfahrt.

Die Shuttle-Ära im Bild



Theorie...

Äußerst einfach stellten sich die Ingenieure Ende der 1970er Jahre die Wartung der US-Raumfähren vor. Ähnlich wie ein Verkehrsflugzeug sollte die Raumfähre in einem Hangar mit einem kurzen Check für ihren nächsten Flug vorbereitet werden.

...und Praxis

Umgeben von Versorgungssystemen wird eine Raumfähre in der »Orbiter Processing Facility« monatelang auf ihren Einsatz vorbereitet, woran hunderte von Technikern beteiligt sind.

Alle Bilder: NASA



Der letzte Start

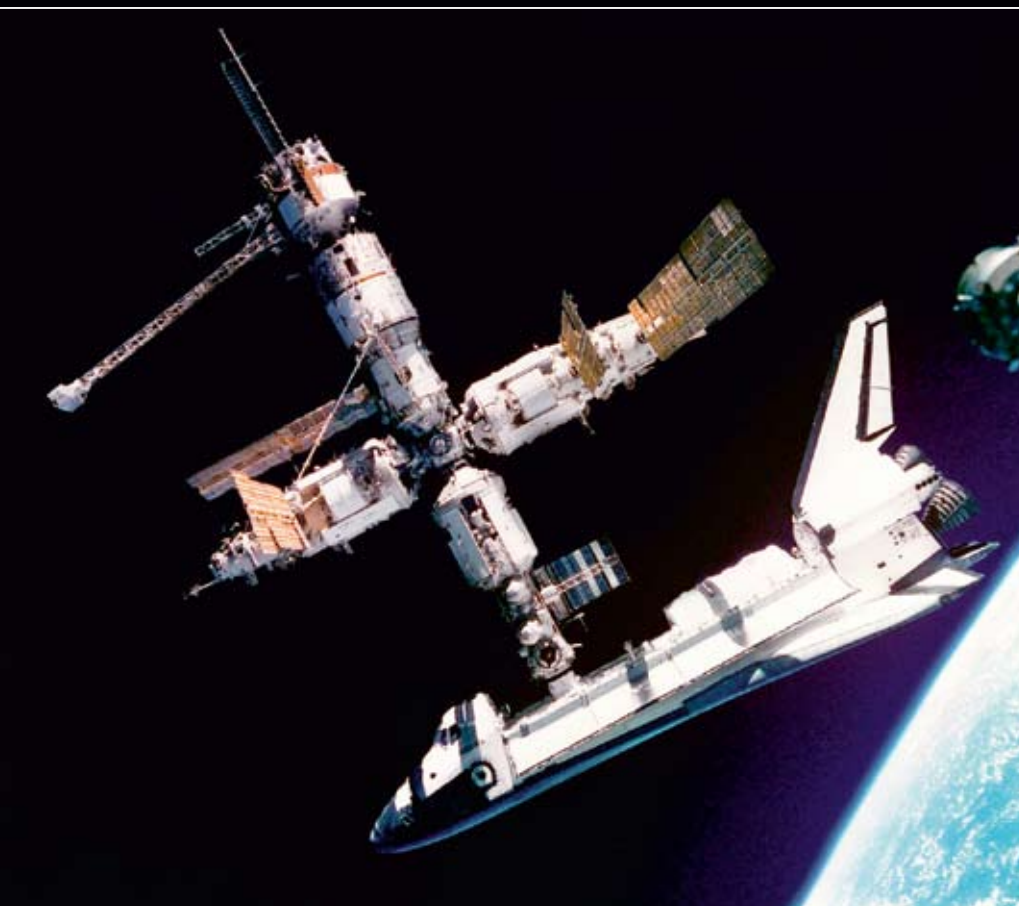
Am 8. Juli 2011 erhob sich mit der Atlantis zum letzten Mal eine Raumfähre, der Stolz des bemannten US-Raumfahrtprogramms, in den Himmel über dem US-Bundesstaat Florida.





Das Weltraumteleskop Hubble im All

Der wohl berühmteste Forschungssatellit der Welt, das Weltraumteleskop Hubble, wurde im April 1990 in der Erdumlaufbahn ausgesetzt. Sechs Wartungsmissionen mit den Raumfähren stellten sicher, dass es auch noch in den nächsten Jahren bahnbrechende Entdeckungen machen wird.



Das Ende der Rivalität

Die Raumfähre Atlantis war im Juni 1995 das erste US-Raumschiff, das an der russischen Raumstation Mir anlegte. Damit war der jahrzehntelange Wettlauf um die Vorherrschaft im Weltraum zwischen den USA und Russland beendet.

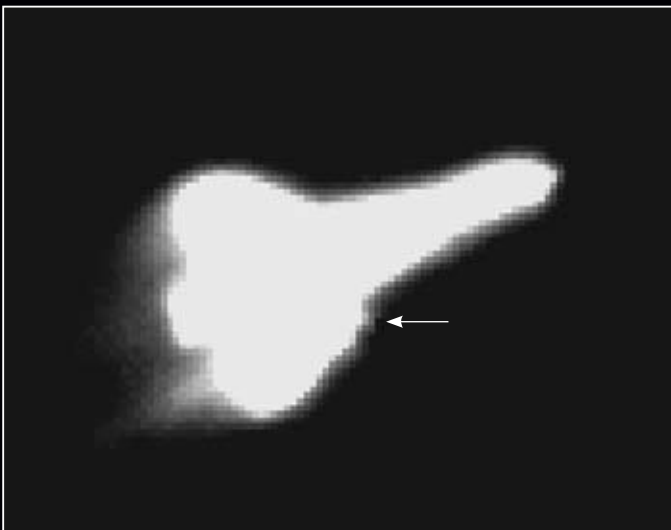


1986 – Die Challenger explodiert

Ein schwarzes Jahr für die US-Raumfahrt begann am 28. Januar 1986 mit der Explosion der Raumfähre Challenger 73 Sekunden nach dem Abheben (siehe Bild unten). Im Bild links lässt sich die durch die Explosion herausgesprengte, intakte Crewkabine erkennen. Die sieben Astronauten an Bord starben erst beim Aufschlag der Kabine auf dem Wasser.

2003 – Columbia bricht auseinander

Alles schien nach Plan zu verlaufen, als die Raumfähre Columbia nach einem 16-tägigen Flug am 1. Februar 2003 in die Erdatmosphäre eintrat. Doch weit gefehlt: Nur wenige Minuten vor dem geplanten Aufsetzen in Florida brach die Raumfähre in 65 Kilometer Höhe über Texas auseinander, alle sieben Astronauten an Bord starben. Der Grund war eine beim Start beschädigte Flügelvorderkante (linkes Teilbild).





Völlig losgelöst

Im Februar 1984 testete der Astronaut Bruce McCandless einen Raketenrucksack zum freien Manövrieren im All und entfernte sich bis zu 100 Meter von seiner Raumfähre.



Sehr klare Sicht

Das Sonnenvisier seines Kollegen nutzte ein Astronaut bei seinem Raumausstieg als Kugelspiegel, um dieses Ultraweitwinkelbild von sich abzulichten.

Aurora über der Erde

Beim letzten Flug einer US-Raumfähre gelang diese Ansicht der an der Internationalen Raumstation angekoppelten Atlantis mit einer grünen Aurora australis im Hintergrund. Für die Beleuchtung der Erde sorgte der Mond.



Die Shuttle-Ära in Zahlen

209 000 000 000 US-Dollar (inflationsbereinigt) kostete das Shuttle-Programm insgesamt von der Entwicklung bis zur Außerdienststellung der Raumfähren. Das sind 1,55 Milliarden US-Dollar pro Flug.

872 906 380 Kilometer legten alle Raumfähren zusammen genommen zurück. Diese Strecke entspricht 5,82 Astronomischen Einheiten, mehr als die Entfernung zum Planeten Jupiter.

1 594 000 Kilogramm Nutzlasten beförderten die Raumfähren in die Erdumlaufbahn.

198 728,5 Personenstunden verbrachten die Astronauten an Bord der Shuttles im Weltall. Das entspricht 8280 Tagen oder 22,7 Jahren bemannter Raumfahrt.



NASA

1992 – die Discovery beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre



NASA

1992 – Der Satellit Intelsat 603 wird von drei Astronauten der Endeavour per Hand eingefangen.

28 000 Kilometer pro Stunde betrug die Geschwindigkeit der Shuttles in der Erdumlaufbahn.

27 400 Hitzeschutzkacheln aus verschiedenen Materialien schützten den Aluminiumrumpf der Raumfähren vor der Reibungshitze, die beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre entstand.

24 500 Kilogramm Nutzlast konnte eine Raumfähre in eine niedrige Erdumlaufbahn befördern.

21 152 Mal umrundeten die Spaceshuttles die Erde.

16 400 Kilogramm Nutzlast konnte ein Shuttle zur ISS bringen.

1650 Grad Celsius erreichten die Temperaturen am Hitzeschild während des Wiedereintritts der Raumfähren.

1333 Tage oder 3,7 Jahre verbrachten die Shuttles von April 1981 bis Juli 2011 im All.

1009 Stunden und 9 Minuten an Außenbordeinsätzen (rund 42 Tage) waren nötig, um die ISS aufzubauen.

852 Sitzplätze waren während der 135 Spaceshuttle-Flüge belegt.

789 Astronauten und Kosmonauten kehrten an Bord einer NASA-Raumfähre zur Erde zurück.

355 verschiedene Astronauten und Kosmonauten (306 Männer und 49 Frauen) aus 16 Ländern flogen an Bord der Spaceshuttles. Zwei waren siebenmal im All.

234 Tage verbrachten Spaceshuttle-Astronauten während der Aufbauphase der Internationalen Raumstation (von 1998 bis 2011) an Bord der ISS.

180 Satelliten, Bauteile für die ISS oder andere Nutzlasten brachten die Spaceshuttles in eine Erdumlaufbahn, darunter die Weltraumteleskope Hubble und Chandra sowie einige geheime Spionagesatelliten.



NASA

1994 – die Discovery in der Wartungshalle

135 Starts absolvierten die Spaceshuttles von 1981 bis 2011. Jede Mission erhielt eine Nummer, welcher der Zusatz »STS« (Space Transportation System) vorangestellt wurde.

133 Mal landeten die Raumfähren sicher auf einer der drei inneramerikanischen Landebahnen (78 Mal Kennedy Space Center in Florida, 54 Mal Edwards Air Force Base in Kalifornien, 1 Mal White Sands Space Harbor in White Sands, New Mexico).

77 Jahre war John Glenn alt, als er an Bord der Discovery (STS-95) im Oktober 1998 seinen zweiten Raumflug unternahm. Damit ist er der einzige Mercury-Astronaut, der mit einem Spaceshuttle flog, und der älteste Mensch überhaupt, der einen Raumflug unternahm.

73 Sekunden nach dem Abheben von der Startrampe am 28. Januar 1986 wurde die Raumfähre Challenger durch die Explosion des Außentanks zerstört.

52 Satelliten, Bauteile der ISS oder andere Nutzlasten brachten die Spaceshuttles aus der Erdumlaufbahn zurück.

50 Flüge pro Jahr sollte die Flotte der US-Spaceshuttles ursprünglichen Planungen zufolge durchführen.



1994 – Die Endeavour auf der Landebahn, in der Luft fliegt die Columbia huckepack auf einer Boeing 747 nach Florida.

39 Flüge unternahm die Raumfähre Discovery, die am häufigsten im Einsatz war.

37 Flüge wurden für den Aufbau der Internationalen Raumstation gebraucht.

28 Jahre, 11 Monate und 21 Tage alt war Sultan bin Salman bin Abdul-Aziz Al Saud, als er 1985 mit der Raumfähre Discovery zur Mission STS-51G aufbrach. Er war damit der jüngste Astronaut an Bord eines Shuttles und der bislang jüngste Mensch im All.

26 Mal landeten die Spaceshuttles in der Nacht.

24 Astronauten aus Europa flogen an Bord der US-Raumfähren.

20,6 Tonnen Masse hatte der schwerste mit einem Shuttle transportierte Satellit, das Weltraumteleskop Chandra einschließlich Raketenstufe.

17 Tage, 15 Stunden, 53 Minuten und 18 Sekunden dauerte die längste Shuttle-Mission (Columbia, STS-80). Der kürzeste Einsatz, ebenfalls mit der Columbia, war die Mission STS-2 im Jahr 1981, die nur 2 Tage, 6 Stunden und 13 Minuten dauerte, da sie wegen technischer Probleme an der Stromversorgung vorzeitig abgebrochen wurde.



1995 – Die Atlantis liefert das Kopplungsmodul SDM an der russischen Raumstation Mir an.

14 Astronauten kamen während den Shuttle-Missionen ums Leben. Bei der Explosion der Raumfähre Challenger 1986 starben Kommandant Francis »Dick« Scobee, Pilot Mike Smith, die Missionsspezialisten Judy Resnik, Ellison Onizuka und Ron McNair sowie die Nutzlastspezialisten Greg Jarvis und Christa McAuliffe. Als die Raumfähre Columbia im Jahr 2003 beim Wiedereintritt verunglückte, starben Kommandant Rick Husband, Pilot William McCool, die Missionsspezialisten Michael Anderson, David Brown, Kalpana Chawla und Laurel Clark sowie der Nutzlastspezialist Ilan Ramon, der erste israelische Astronaut.

9 Mal dockte eine Raumfähre der NASA zwischen 1994 und 1998 an der russischen Raumstation Mir an.

Maximal 8 Personen konnte eine Shuttle-Mannschaft umfassen.

7 Missionen dienten der Reparatur von Satelliten in der Erdumlaufbahn.

5 Raumfähren waren im All im Einsatz: Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis und Endeavour. Challenger und Columbia gingen auf tragische Weise verloren. Ein sechstes Exemplar, die Enterprise, absolvierte als Prototyp nur Testflüge in der Atmosphäre.

3 Hauptlandeplätze unterhielt die NASA für die Raumfähren: das Kennedy Space Center im Cape Canaveral, Florida, die Edwards Air Force Base in Kalifornien und den White Sands Space Harbor in White Sands, New Mexico. Zusätzlich waren zahlreiche Flugplätze auf der ganzen Welt als Notfall-Landeplätze eingerichtet, darunter auch Köln-Porz.

2 Raumfähren gingen bei Flügen verloren: Challenger (STS-51L, 28. Januar 1986) und Columbia (STS-107, 1. Februar 2003).

1:68 betrug die Wahrscheinlichkeit, bei einem Spaceshuttle-Flug ums Leben zu kommen.

UWE REICHERT / TILMANN ALTHAUS



2001 – die Discovery andockt an der Internationalen Raumstation ISS



Unser ganz besonderer Tipp:

DAS UNSCHLAGBARE DUO FÜR ALLE HIMMELSBEOBSACHTER!



Ronald Stoyan

■ Deep Sky Reiseführer

Sternhaufen, Nebel und Galaxien mit eigenen Augen entdecken

4. Aufl. 2010, 256 S. m. zahlr. z. T. farb. Abb., geb., Oculum.

Bestell-Nr. 3125

€ 29,90 (D), € 30,80 (A)

Der *Deep Sky Reiseführer* beschreibt insgesamt 300 Ziele, darunter alle Messier-Objekte, das Beste aus NGC und IC, sowie die schönsten Doppelsterne und interessantesten Veränderlichen.

Michael Feiler, Philip Noack

■ Deep Sky Reiseatlas

Sternhaufen, Nebel und Galaxien schnell und sicher finden

3. Aufl. 2010, 80 S., durchg. farbig, wasserabw. Oberfl., Spiralbindung, Oculum.

Bestell-Nr. 3124 € 29,90 (D), € 30,80 (A)

Dieses unverwüsthche Kartenset ist auf den Reiseführer optimal abgestimmt.

Mehr Informationen finden Sie unter: www.science-shop.de/oculum



Klaus M. Schittenhelm

■ Sterne beobachten in der Stadt

Himmelstouren für klare Nächte

2011, 126 S. m. zahlr. farb. Abb. u. Stern-Ktn., geb., Kosmos.

Bestell-Nr. 3283

€ 14,95 (D), € 15,40 (A)

In 26 Himmelstouren stellt dieser Sternführer

die schönsten Beobachtungsobjekte am Stadthimmel vor. Realitätsnahe Sternkarten zeigen Sterne und Sternbilder sowie Haufen und Nebel, die selbst unter städtischer Beleuchtung mit dem bloßen Auge oder einem Fernglas zu sehen sind.

Mond und Planeten, die Paradeobjekte für jeden Himmel, werden ebenfalls ausführlich beschrieben. So können auch Städter erfolgreich von zu Hause aus den Sternenhimmel erkunden.



Hildegard Werth

■ Thomas Reiter

Leben in der Schwerelosigkeit

2011, 271 S., 42 Farbfotos, geb., Herbig.

Bestell-Nr. 3285

€ 19,99 (D), € 20,60 (A)

5.600 Mal hat er die Erde umrundet, 350 Tage im Weltraum verbracht und dabei einige Außenbordeinsätze bei 28.000 km/h

Geschwindigkeit absolviert. Thomas Reiter hat sich voll und ganz der Raumfahrt verschrieben. – Die Wissenschaftsjournalistin Hildegard Werth zeichnet alle wichtigen Stationen seiner Karriere nach. Dazu gehören die beiden Missionen »Euromir 95« und »Astrolab 2006«, bei denen er sowohl die russische Raumstation Mir als auch die Internationale Raumstation ISS besuchte.

Portofreie Lieferung nach Deutschland und Österreich*



Don Lincoln

■ Die Weltmaschine

Der LHC und der Beginn einer neuen Physik

2011, 330 S. m. 88 s/w-Abb., geb., Spektrum Akademischer Verlag.

Bestell-Nr. 3238

€ 24,95 (D), € 25,70 (A)

Unter der Grenze zwischen Frankreich und der Schweiz läuft ein Teilchenbeschleuniger

mit der höchsten Energie, die je ein von Menschen gebauter Beschleuniger erreicht hat: der Large Hadron Collider (LHC). Durch die Kollision von Teilchen kann der LHC Bedingungen erzeugen, wie sie unmittelbar nach dem Urknall im Universum geherrscht haben. Der Physiker Don Lincoln erläutert, wie der Beschleuniger funktioniert und welche Entdeckungen man erwartet: So werden wir vielleicht die Natur der Dunklen Materie entschlüsseln, Anzeichen für zusätzliche Raumdimensionen erkennen und den Ursprung der Masse verstehen.



Andreas Pfoser, Tom Eklund

■ Polarlichter Feuerwerk am Himmel

2011, 168 S. m. zahlr. Abb. u. Fotos, geb., Format: 22 x 29,5 cm, Oculum.

Bestell-Nr. 3126 € 39,90 (D), € 41,10 (A)

In diesem außergewöhnlichen Band treffen grandiose Aufnahmen auf kluge Texte. Das Buch ist einerseits ein ästhetischer Genuss, bietet andererseits aber auch eine umfassende Behandlung des Themas Polarlichter: von der Kulturgeschichte bis hin zur Physik des Lichts, der Atmosphäre und der Sonne. Ein nützliches Praxis-kapitel für die eigene Beobachtung rundet das Buch ab.

Besuchen Sie uns im Internet unter: www.science-shop.de



NEU

Roland Störmer

■ Astrofotografie

Blick zum Himmel mit der digitalen Kamera
Edition Profifoto

2011, 249 S. m. zahlr. Farbb., kart., mitp.

Bestell-Nr. 3385

€ 39,95 (D), € 41,10 (A)

Himmelserscheinungen gekonnt mit der Kamera einfangen – mit und ohne Teleskop

Ob Mondkrater, Sonnenfinsternis, Satelliten, der gesamte Sternenhimmel oder ferne Galaxien, anhand inspirierender Beispielbilder und verständlicher Erklärungen lernen Sie, die unendlichen Weiten selbst in erstaunlichen Aufnahmen festzuhalten. Die erforderliche Ausrüstung wird genau beschrieben. Lernen Sie anhand unzähliger Tipps zur Bildbearbeitung, die Bilder zu optimieren. Zum Abschluss wirft Roland Störmer mit Ihnen noch einen Blick auf interessante Wetterereignisse wie Gewitterblitz und Regenbogen, die Sie mit etwas Geschick ebenso leicht mit der Kamera einfangen können.

Mehr Informationen finden Sie unter www.science-shop.de/artikel/1117423



John D. Barrow

■ Das Buch der Universen

2011, 320 S. m. 88 Abb., geb., Campus.

Bestell-Nr. 3344

€ 24,99 (D), € 25,70 (A)

Heiße und kalte, bucklige und glatte, flache Universen und solche mit einem Loch in der Mitte: Die Theorie der Multiversen beschreibt neue

Universen, wie sie nach den Gesetzen der Physik möglich sind. Der Mathematiker John Barrow zeigt uns in diesem faszinierenden Buch die bislang entdeckten Lösungen der Einstein'schen Gleichungen und ihre bizarren Resultate. Eine spektakuläre Reise in die fantastischen Welten der modernen Kosmologie – und an die Grenzen unseres eigenen Vorstellungsvermögens. Müssen wir uns von der Vorstellung eines einzigen Universums endgültig verabschieden?



Jo Marchant

■ Die Entschlüsselung des Himmels

Der erste Computer – ein 2000 Jahre altes Rätsel wird gelöst

2011, 297 S., 8 farbige Bildtafeln, geb., Rowohlt.

Bestell-Nr. 3235

€ 22,95 (D), € 23,60 (A)

Eigentlich dürfte es ihn nicht

geben, so modern ist er: der mechanische Kalendercomputer von Antikythera. Mit diesem Apparat konnten die alten Griechen Kalendarien und Zeitzyklen berechnen, dazu die Bewegung der Himmelskörper, den Verlauf von Sonne und Mond durch den altägyptischen Tierkreis und vieles mehr.

Die Entdeckung, Rekonstruktion und allmähliche Entätselung dieses archaischen Fundes ist eine Abenteuer-geschichte, die Jo Marchant mitreißend erzählt.



Bequem bestellen:

→ direkt bei www.science-shop.de

→ per E-Mail info@science-shop.de

→ telefonisch 06221 9126-841

→ per Fax 0711 7252-366

→ per Post Postfach 810680 • 70523 Stuttgart

*Für Bestellungen außerhalb Deutschlands und Österreichs berechnen wir € 3,50 Versandkosten. Alle Preise inkl. Umsatzsteuer. Preise unter Vorbehalt. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH



NEU

Govert Schilling

■ Das Kosmos-Buch der Astronomie

Die Wunder des Weltalls verstehen

2. Aufl. 2011, 256 S. m. zahlr. Abb. u. 12 Karten, geb., Kosmos.

Bestell-Nr. 1588

€ 24,95 (D), € 25,70 (A)

Von der Geschichte der Sternkunde bis zur Zukunft des Universums – Basiswissen für Himmelsneugierige! Das Kosmos-Buch der Astronomie führt fundiert durch die Welt von Sonne, Mond und Sternen und gibt Tipps zur eigenen Himmelsbeobachtung. Anschaulich und verständlich beschreibt Govert Schilling die Phänomene des Weltalls. Mit tollen Weltraumfotos, vielen Illustrationen und praktischen Sternkarten. Ein ideales Wissensbuch für den Astroeinstieg!

Bestellen ☎ 06221 9126-841
Sie direkt: @ info@science-shop.de



Mark A. Garlick

■ Der große Atlas des Universums

Mit Sternkarten von Wil Tirion

2. Aufl. 2011, 304 S. m. zahlr. farb. Abb., geb., Kosmos.

Bestell-Nr. 2188

€ 39,95 (D), € 41,10 (A)

Der große Atlas des Universums

präsentiert in ganz besonders anschaulicher Form das gesamte Weltall: Der Atlas vereint spektakuläre Fotos mit Infografiken, die komplexe Prozesse verständlich machen. Ein besonderes Highlight sind die vielen detaillierten Karten. Sie zeigen sowohl terrestrische Körper, wie beispielsweise die großen Monde des Jupiters, aber auch größere Zusammenhänge wie die »Karte der nächsten Sterne« oder die Lage unserer Galaxie in der Lokalen Gruppe. Knapp hundert Seiten sind dem nächtlichen Himmelsanblick und allen 88 Sternbildern gewidmet.



Hans-Thomas Janka

■ Supernovae und kosmische Gammablitz

Ursachen und Folgen von Sternexplosionen – Astrophysik aktuell

2011, 187 S. m. zahlr. meist farb. Abb., kart., Spektrum Akademischer Verlag.

Bestell-Nr. 3236

€ 14,95 (D), € 15,40 (A)

Supernovae sind spektakuläre Explosionen am Ende eines Sternlebens. Thomas Janka, Forscher am Max-Planck-Institut für Astrophysik, führt seinen Lesern anschaulich diese extremen Ereignisse vor Augen, die nur noch vom Urknall übertroffen werden und viele spannende Rätsel der Kosmologie lösen helfen. Zu den Überresten dieser explodierten Sterne gehören nicht nur exotische Objekte wie Neutronensterne oder Schwarze Löcher, sondern auch schwere Elemente wie Gold und Silber oder Elementarteilchen wie das Neutrino und schließlich Gravitationswellen, die zu den heißen Forschungsthemen gehören.



NEU

Giles Sparrow

■ Hubble

Die schönsten Bilder aus dem All

2011, 224 S. m. zahlr. Abb., geb., Kosmos.

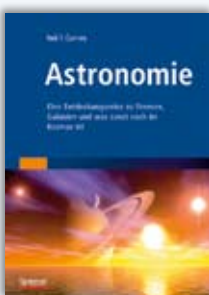
Bestell-Nr. 3371

€ 49,95 (D), € 51,40 (A)

Dieser einzigartige

Fotoband präsentiert die

besten Aufnahmen von Hubble. Seine kosmischen Porträts führen uns Geburt und Tod der Sterne vor Augen, sie dringen in das Herz ferner Galaxien vor und sind der mysteriösen Dunklen Materie auf der Spur. Leicht verständliche Begleittexte machen die dramatischen Vorgänge im Weltall greifbar und schildern die über zwanzigjährige Geschichte des berühmtesten Teleskops unserer Zeit.



Neil F. Comins

■ Astronomie

Eine Entdeckungsreise zu Sternen, Galaxien und was sonst noch im Kosmos ist

2010, 516 S. m. 520 Farbb., geb., Spektrum Akad. Verlag.

Bestell-Nr. 3105

€ 59,95 (D), € 61,70 (A)

Dieses Buch ist in den USA bereits ein Klassiker. Es

wurde für Collegekurse entwickelt und bietet einen didaktisch sehr ausgefeilten Einstieg. Der Autor reduziert die weite Welt der Astronomie auf die wesentlichen Grundlagen und Inhalte, die jeder Studierende und Astroneugierige kennen sollte. Die mathematisch-physikalischen Voraussetzungen übersteigen nicht das Mittelstufenniveau und werden im Buch solide entwickelt. Auf einer eigenen Website zum Buch befinden sich thematisch passende Himmelsführungen von Redshift, der führenden deutschsprachigen Planetariumssoftware. Eine Leseprobe des Buches finden Sie unter: www.science-shop.de/astro



Erik Wischnewski

■ Astronomie in Theorie und Praxis

Kompendium und Nachschlagewerk mit Formeln, Fakten, Hintergründen

5. Auflage 2011, 800 S. m. zahlr. Diagrammen und farb. Abb., geb.

Bestell-Nr. 2290

€ 69,90 (D), € 72,90 (A)

Das Buch behandelt alle

Fragen der praktischen Astronomie und der Astrophysik in verständlicher Form. Es wendet sich an anspruchsvolle Amateure, die systematisch den Sternenhimmel beobachten möchten. 60 Übungsaufgaben mit Lösungen ermöglichen den Selbsttest. Ein Register mit 3.700 Stichworten macht das Buch zum einzigartigen Nachschlagewerk.

Stark erweiterte Themen der 5. Auflage: Gravitationswellenastronomie, Radioastronomie, Speckle-Interferometrie, Photometrie, Farbenskalen, Sonnenfleckenaktivität, Mondfinsternisse, Sternbedeckung, Doppelsterne, Supernovae

Weitere Informationen halten wir für Sie bereit unter: www.science-shop.de/artikel/854520

DAS UNIVERSUM IST EINE SCHEIBE –
VIDEOS UND SOFTWARE IM SCIENCE-SHOP:



NEU

Michael Dütting

■ Durchblick Astronomie, CD-ROM

Interaktive Werkzeuge zum Be-Greifen des Sternhimmels

2011, Software für Windows, Oculum.

Bestell-Nr. 3378

€ 9,90 (D), € 9,90 (A)

CD-ROM

Eine Sammlung nützlicher Programme zur Astronomie

Fernrohr: Simuliert den Blick durchs Teleskop; Drehbare Himmelskarte: Simuliert den Anblick des Sternhimmels; Monduhr: Veranschaulicht die Phase und Stellung des Mondes; Planetenkarte: Liefert die wichtigsten Informationen zu den Planeten unseres Sonnensystems; Sternbilderatlas: Enthält alle von Mitteleuropa aus sichtbaren Sternbilder.



■ Unser Universum – Die 7 Wunder des Sonnensystems, Blu-ray Disc, 3-D

Entdecke die Grenzen des Unbekannten

2011, Laufzeit circa 50 Minuten, Polyband.

Bestell-Nr. 3346

€ 22,90 (D), € 22,90 (A)

BLU-RAY DISC

Diese Dokumentation nimmt Sie mit auf eine virtuelle Reise zu den berühmten Ringen des Saturn, den eisigen Geysiren des Enceladus und weiteren Wundern des Sonnensystems, wie z. B. den Olympus Mons auf dem Mars. Das Besondere an dieser Dokumentation ist, dass sie das Sonnensystem in 3-D zeigt, sofern Sie über einen 3-D-fähigen Fernseher, 3-D-Shutter-Brillen und einem 3-D-fähigen Blu-ray-Player verfügen. Mit herkömmlichen Geräten lässt sich das Programm ausschließlich in 2-D abspielen. Technische Angaben: Sprachen: Deutsch und Englisch; Ton: Dolby Digital 2.0 dts-HD 5.1; Bild: 16:9; Disc-Type: BD-5; Ländercode: B



■ Das Universum – eine Reise durch Raum und Zeit, 2 DVD-Videos

2011, Laufzeit ca. 360 Minuten, Verlag: Polyband.

Bestell-Nr. 3309

€ 19,90 (D), € 19,90 (A)

Diese achteilige Discovery-Dokumentation zeigt spektakuläre Bilder aus den Tiefen

des Kosmos, befragt führende Wissenschaftler zu den großen Geheimnissen des Weltalls und gibt Aufschluss über die grundlegenden Bausteine unseres Universums. Von geheimnisvollen Jupiter-Monden, auf denen gigantische Vulkane wüten, bis hin zu entlegenen Sonnensystemen und der Wirkung von Dunkler Materie: Jede Folge der Wissenschaftsserie befasst sich mit einem packenden Themengebiet der Astronomie, zeigt spannende Experimente sowie Errungenschaften der modernen Weltraum-Forschung.

Technische Angaben: Sprachen: Deutsch u. Englisch; Untertitel: ohne; Ton: Dolby Digital 5.1; Bild: 16:9 (1,78:1); Medium: DVD 9; Region: 2 PAL INFO-Programm gemäß §14 JuSchG



Bequem bestellen:

→ direkt bei www.science-shop.de

→ per E-Mail info@science-shop.de

→ telefonisch 06221 9126-841

→ per Fax 0711 7252-366

→ per Post Postfach 810680 • 70523 Stuttgart